

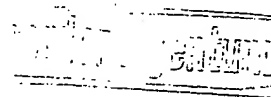


DEUTSCHES
PATENTAMT

12 Off nl gungsschrift
11 DE 3608783 A1

21 Aktenzeichen: P 36 08 783.1
22 Anmeldetag: 15. 3. 86
43 Offenlegungstag: 17. 9. 87

51 Int. Cl. 4:
C 30 B 25/12
C 30 B 25/14
C 30 B 35/00
H 01 L 21/205
H 01 L 21/365
H 01 L 21/68
// H05B 6/10



DE 3608783 A1

71 Anmelder:
Telefunken electronic GmbH, 7100 Heilbronn, DE

72 Erfinder:
Woelk, Egbert, 5100 Aachen, DE

56 Recherchenergebnisse nach § 43 Abs. 1 PatG:
DE-OS 35 04 021
DE-OS 34 02 630
DE-OS 33 06 999
DE-OS 31 37 301
US-Z: IBM Technical Disclosure Bulletin, 13, Nr.7,
Dez. 1970, S.2081;

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Gasphasen-Epitaxieverfahren und Vorrichtung zu seiner Durchführung

Die Erfindung betrifft ein Gasphasen-Epitaxieverfahren, bei dem die Halbleiterscheiben während der Abscheidung in Rotation versetzt werden. Die Erfindung besteht darin, daß der Trägerkörper für die Halbleiterscheiben durch einen gerichteten Gasstrahl in Drehung versetzt wird. Ferner wird der Trägerkörper selbst vorzugsweise auf einem Gaslager schwebend gehalten.

DE 3608783 A1

1. Gasphasen-Epitaxieverfahren, bei dem die Halbleiterscheiben während der Abscheidung gedreht werden, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Trägerkörper (7; 17) für die Halbleiterscheiben (19) durch einen gerichteten Gasstrahl in Drehung versetzt wird.

2. Gasphasen-Epitaxieverfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Trägerkörper (7, 17) auf einem Gaslager schwebend gehalten wird und daß der Trägerkörper gleichzeitig durch einen auf seinen Rand (7a) gerichteten Gasstrahl in Drehung versetzt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Trägerkörper (7, 17) durch aus Düsen (5, 11, 15) austretendes Gas angehoben und durch einen weiteren Gasstrom, der aus mindestens einer tangential angeordneten Düse (6, 6a, 14) austritt, in Rotation versetzt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Trägerkörper unter Ausnutzung des hydrodynamischen Paradoxon schwebend gehalten wird.

5. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Trägerkörper (17) gleichzeitig um zwei zueinander senkrecht stehende Achsen rotiert.

6. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Trägerkörper (17) aus einem Rotationskörper mit zwei einander gegenüberliegenden parallelen Aufnahmeflächen (18a, 18b) für die Halbleiterscheiben (19) besteht, daß zur Führung der gewölbten Außenflächen (21) des Trägerkörpers (17) eine mit Düsenöffnungen (14, 15) versehene Kalotte (13) vorhanden ist, wobei wenigstens eine Düse (14) die Rotation des Trägerkörpers (17) verursacht und weitere Düsen (15) zum Anheben des Rotationskörpers (17) vorgesehen sind.

7. Vorrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß in der Kalotte (13) Düsen (14, 15) so angeordnet sind, daß sich der Rotationskörper sowohl um seine Rotationsachse als auch um eine hierzu senkrecht stehende Achse dreht.

8. Vorrichtung nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Rotationskörper aus einer punktsymmetrischen Kugelschicht besteht und daß die Kalotte (13) eine Kugelkalotte ist.

9. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Rotationskörper aus Graphit besteht.

10. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß im Zentrum der Kalottenfläche (13) ein Führungsstift (16) angeordnet ist, der in eine Nut (20) in der gewölbten Außenfläche (21) des Rotationskörpers (17) eingreift und diesen Rotationskörper führt.

11. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1–5, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Trägerkörper (7) aus einer Kreisscheibe besteht, daß unter dieser Kreisscheibe (7) Düsenöffnungen (5) angeordnet sind, durch die die Trägerscheibe auf einem Gaslager gehalten wird und daß eine Düsenöffnung (6 bzw. 6a) auf den Außenrand der Trägerscheibe (7) gerichtet ist.

Bei der Gasphasen-Epitaxie, insbesondere bei der epitaktischen Beschichtung von Halbleiterscheiben tritt das Problem auf, daß zur Erzielung einer gleichmäßigen Schichtdicke das zu beschichtende Substrat im Gasstrom innerhalb des Reaktors bewegt werden muß. Da die Epitaxie selbst in einer hochreinen Atmosphäre durchgeführt werden muß, wird dies bislang mit einer sehr aufwendigen Technik durchgeführt, indem insbesondere Drehdurchführungen in den Reaktor eingebaut werden. Die Drehung des Substrattellers, auf dem die zu beschichtenden Halbleiterscheiben angeordnet sind, wird folglich über eine besonders abgedichtete Durchführung oder auch über gekapselte Magnetköpfe vorgenommen. ferner wurde bereits vorgeschlagen (Electronics Week, 4. März 1985, Seite 24), die zu beschichtenden Substrate auf einem Gaspolster schwebend zu lagern, wobei dieses Gas selbst aus dem Abscheidungs- gas bzw. aus dem Trägergas besteht. Hierzu werden die Substrate über Düsen so stark mit dem Abscheidungs- gas bzw. dem Trägergas angestrahlt, daß sie von der Grundlage abheben und während des Abscheidungs- prozesses berührungslos durch den Gasdruck gehalten werden. Es hat sich jedoch gezeigt, daß auch dieses Abscheidungsverfahren nicht zu optimalen Verhältnissen führt.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und die zu seiner Durchführung erforderliche Vorrichtung anzugeben, mit dem hochqualitative und gleichmäßige Epitaxieschichten erzeugt werden können. Diese Aufgabe wird bei einem Gasphasen-Epitaxieverfahren, bei dem die Halbleiterscheiben während der Abscheidung bewegt werden, **dadurch gelöst**, daß der Trägerkörper für die Halbleiterscheiben durch einen gerichteten Gasstrahl in Drehung versetzt wird.

Hierbei ist es vorteilhaft, wenn der Trägerkörper für die Halbleiterscheiben gleichzeitig auf einem Gaslager schwebend gehalten wird, wobei die Drehung des Trägerkörpers verursachende Düse vorzugsweise tangential auf den Rand des Trägerkörpers einwirkt. Zur Gaslagerung des Trägerkörpers kann einmal die an sich bekannte Abhebemethode verwendet werden. Es besteht jedoch auch die Möglichkeit, das hydrodynamische Paradoxon auszunutzen.

Eine Vorrichtung zur Durchführung des genannten Gasphasen-Epitaxieverfahrens besteht vorzugsweise aus einem Rotationskörper als Trägerkörper mit zwei einander gegenüberliegenden parallelen Aufnahmeflächen für die zu beschichtenden Halbleiterscheiben. Zur Führung der gewölbten Außenfläche des Trägerkörpers wird eine an die gewölbte Außenfläche des Trägerkörpers angepaßte Kalotte verwendet, in deren Oberfläche die Austrittsöffnungen für das Gas angeordnet sind. Dabei ist wenigstens eine Düse so angeordnet, daß sich der Rotationskörper um seine Achse dreht, während er durch die übrigen Düsen über die Kalottenfläche angehoben wird. Bei dem Rotationskörper kann es sich um eine Kugelschicht oder um eine Ellipsoidschicht handeln. Bei der Kalotte handelt es sich dementsprechend um eine Kugelkalotte oder um eine Kalotte mit konvexer, ellipsoider Oberfläche. Die Düsen können auch so angeordnet werden, daß sich der Rotationskörper um zwei senkrecht zueinander stehende Achsen dreht, wodurch eine optimale Bewegung der Halbleiterscheiben im Gasstrom des Reaktors erreicht wird.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen. Ferner wird die

Erfindung nachstehend noch anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert. Die Fig. 1 und 2 zeigen hierbei Schnittdarstellungen durch einen Gasreaktor und durch die Vorrichtung zur Führung des Trägerkörpers für zu beschichtende Halbleiterscheiben. Die Fig. 3 zeigt in einer perspektivischen Ansicht einen als Kugelschicht ausgebildeten Trägerkörper.

Gemäß Fig. 1 ist ein Quarzreaktor 1 von einer Spule 2 umgeben, die zur induktiven Erwärmung des Halterungssystems für die zu beschichtenden Halbleiterscheiben dient. Der Gasstrom 22 zum Anheben des Trägerkörpers 7 wird vorzugsweise noch in der Wandung des Reaktors zugeführt und tritt dort an einer Öffnung 23 aus dem Führungskanal 3 in das Halterungssystem für den Trägerkörper 7 ein. Das Halterungssystem besteht vorzugsweise aus einem Körper 4 mit einer Anschlußöffnung an die Gaszuführung 23 und einem Hohlraum 8, in dem sich das Levitationsgas unterhalb der Düsenöffnungen 5 verteilt. Über den Düsenöffnungen 5 ist der Trägerkörper 7 angeordnet, der durch das austretende Gas angehoben wird. Der Trägerkörper 4 weist vorzugsweise einen Randflansch 24 auf, der den Trägerkörper 7 umfaßt und somit diesen auch im angehobenen und schwebenden Zustand in seiner Lage hält. Auf den Außenrand 7a des Trägerkörpers 7 ist eine weitere Düse 6 gerichtet. Der aus ihr austretende Gasstrom trifft tangential so auf den Außenrand 7a des Trägerkörpers 7 auf, daß der praktisch reibungslos auf dem Gaspolster gehaltene Trägerkörper in Rotation um seine Rotationsachse versetzt wird. Das Halterungssystem besteht beispielsweise aus Graphit.

Bei der Anordnung nach der Fig. 2 wird der Trägerkörper 7 durch Adhäsion festgehalten, wobei das hydrodynamische Paradoxon nach Bernoulli ausgenutzt wird. Das Gas tritt wiederum durch den Führungskanal 3 in der Reaktorwand in das Halterungssystem 4 ein und strömt durch einen Kanal 11 radial an der Fläche des Trägerkörpers 7 nach außen ab. Dadurch wird der Trägerkörper 7 schwebend gehalten und gleichzeitig über eine seitlich auf den Rand des Trägerkörpers einwirkende Düse 6a in Rotation versetzt. Der Trägerkörper 7 wird wiederum durch einen Flansch 10 am Körper 4 seitlich begrenzt, so daß er seine Rotationsachse während der Drehung beibehält.

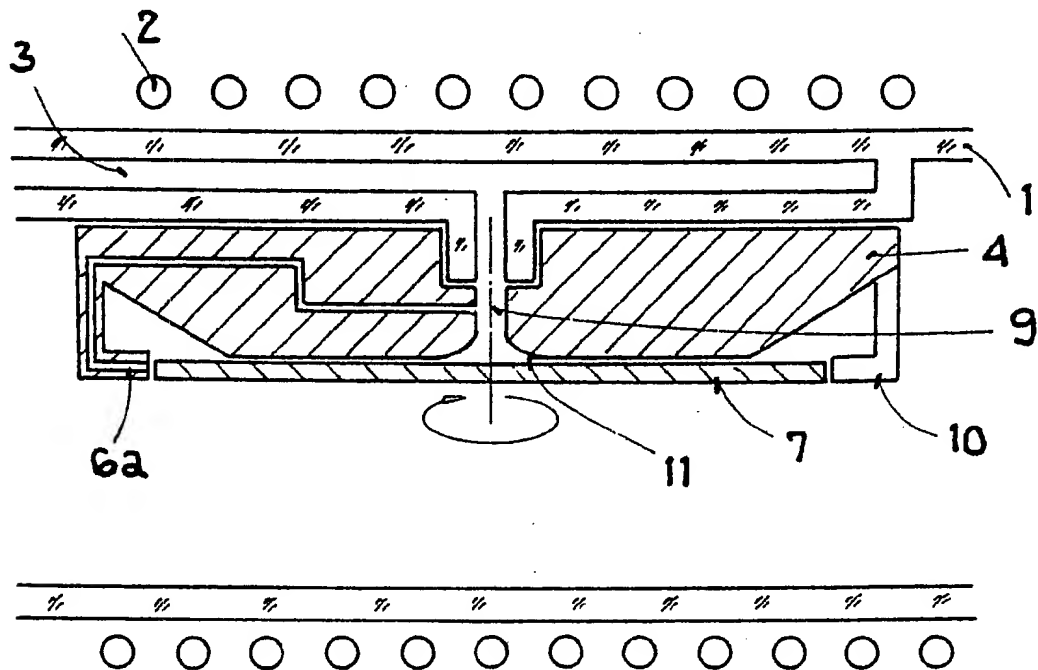
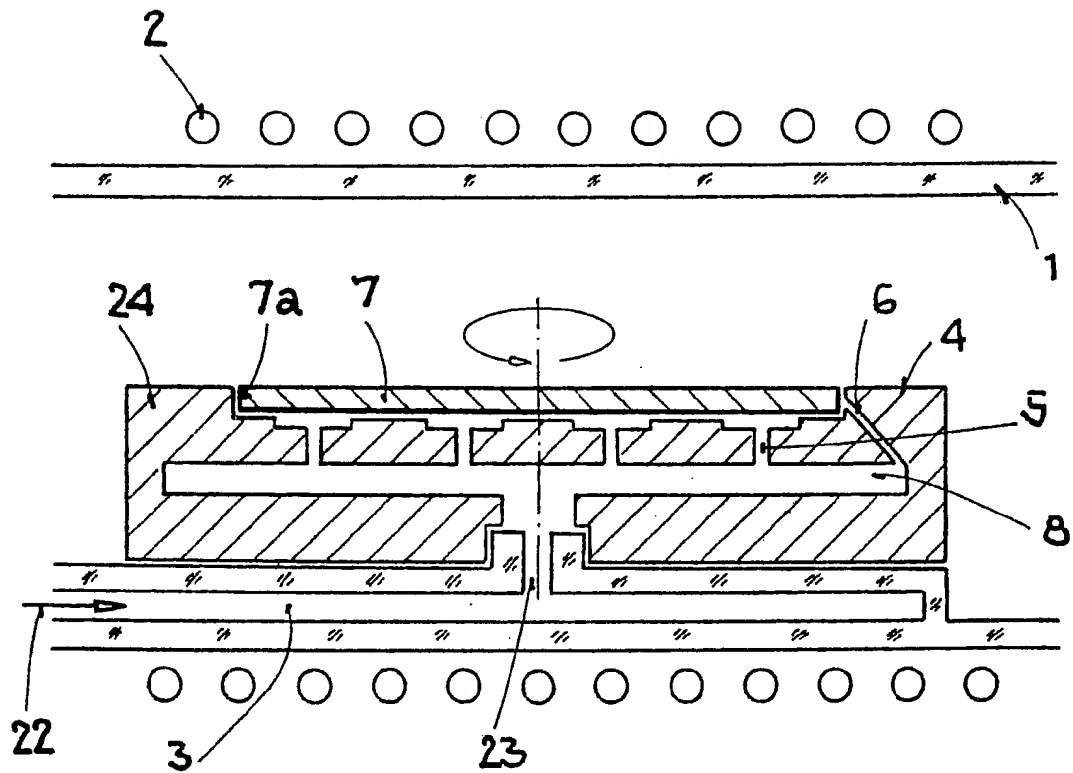
Ein anderer Aufbau für das Halterungssystem ergibt sich aus der Fig. 3. Der Trägerkörper 17 besteht aus einem punktsymmetrischen Rotationskörper mit einer gewölbten Außenfläche 21 und zwei ebenen, parallel zueinander angeordnete Außenflächen 18a und 18b, auf die die Halbleiterscheiben 19 aufgebracht werden. Hierbei kann eine einzelne Halbleiterscheibe oder mehrere Halbleiterscheiben an den genannten Flächen befestigt werden. Der Rotationskörper 17 kann eine Kugelschicht oder eine Ellipsoidschicht sein. Die gewölbte Außenfläche des Rotationskörpers 17 wird in einer entsprechenden Kalotte 13 geführt, die als Kugelkalotte oder als Ellipsoidkalotte ausgebildet ist. In der konkaven Kalottenfläche sind die Düsenaustrittsöffnungen angeordnet, wobei die Düsenöffnungen 15 für die Anhebung des Rotationskörpers und damit für die Gaslagerung dieses Körpers sorgen, während eine Öffnung 14 die Rotation des Körpers um seine Rotationsachse bewirkt. Diese Düse 14 kann auch so angeordnet werden, daß sich der Rotationskörper 17 gleichzeitig um die Achse der Kalotte dreht, so daß die zu beschichtenden Halbleiterscheiben 19 optimal im Gasstrom ständig ihre Lage verändern.

Das Gas zur Anhebung des Rotationskörpers und zu

seiner Drehung wird vorzugsweise durch den Kalottenkörper 12 von unten hindurchgeführt, verteilt sich im Inneren des Kalottenkörpers 12 und tritt dann durch die Düsenöffnungen 14 und 15 aus. Im Zentrum der Kalottenfläche ist beispielsweise ein Führungsstift 16 angeordnet, der über die Kalottenfläche hinausragt und in eine Führungsnut 20 am Umfang des Rotationskörpers 17 eingreift. Durch diese Maßnahme wird der Rotationskörper 17 auch im angehobenen Zustand sicher geführt, so daß er nicht aus der Kalottenführung fallen kann. Selbstverständlich sind auch andere Maßnahmen denkbar, um den Rotationskörper 17 seitlich zu halten bzw. zu führen. Der Rotationskörper 17 und der Kalottenkörper 12 bestehen vorzugsweise aus Graphit. Als Levitationsgas wird beispielsweise das Trägergas für das Abscheidungsmaterial verwendet.

Mit Hilfe des erfindungsgemäßen Verfahrens und der zugehörigen Vorrichtung ist es gelungen, auch extrem dünne Epitaxieschichten in der Größenordnung von 10 nm mit gleichmäßiger Schichtdicke auf geeigneten Substratkörpern abzuscheiden. Außerdem ist mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung ein sehr rascher Gaswechsel möglich, was zur Erzielung dünner Schichtenfolgen von großer Bedeutung ist.

- Leerseite -



3608783

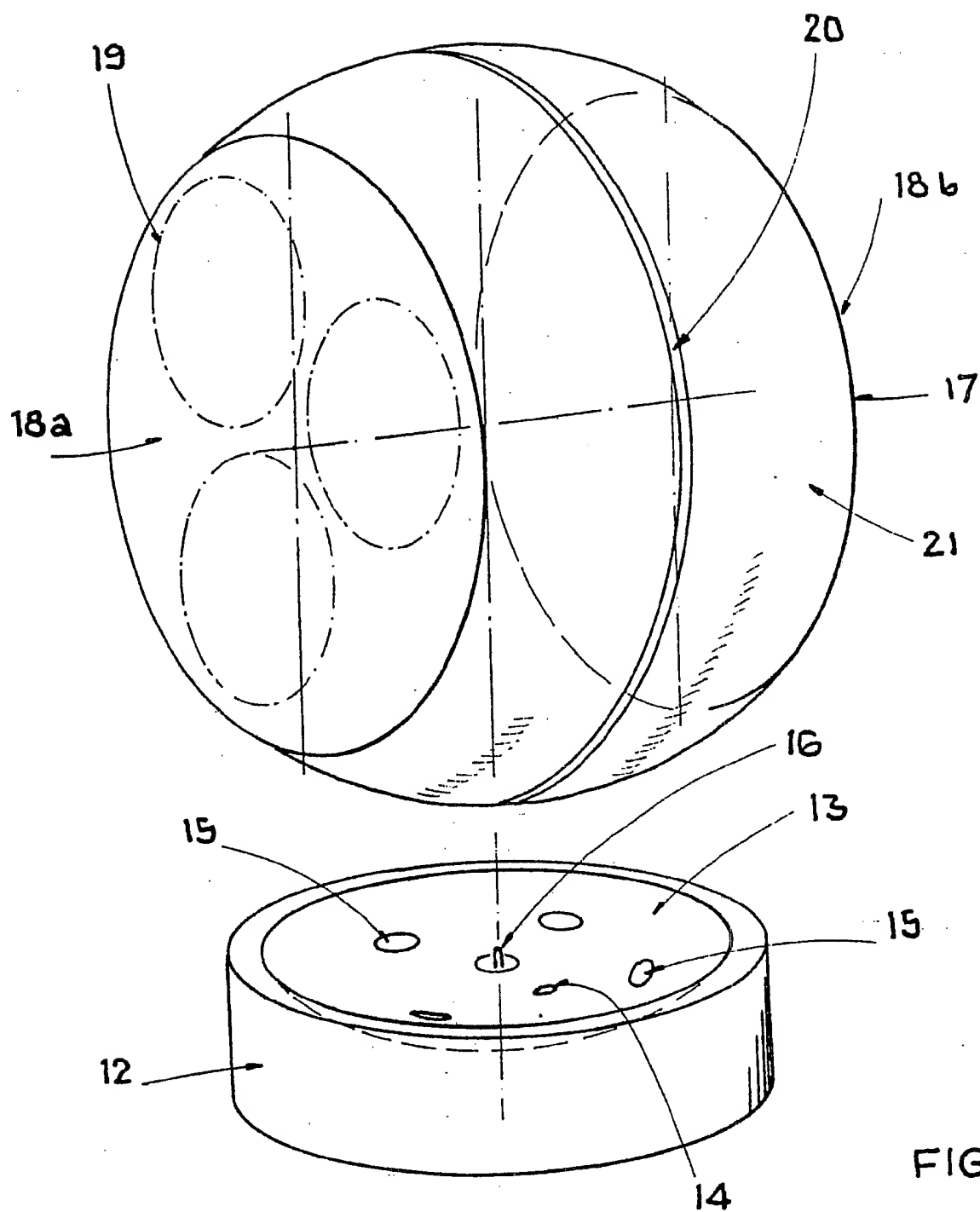


FIG. 3